Eine Echtzeit-Experten-System-Schale zur Automatisierung im Verkehr

Prof. Dr.-Ing. GERHARD SCHWEIZER und
Dr.-Ing. KARL-HEINZ KAPP, Karlsruhe/BRD

1. Zusammenfassung

Die Betriebsleittechnik, die Informations- und Steuerungsaufgaben in Hochgeschwindigkeitszügen und auch Automatisierungs-Probleme im Verkehrs- und Transport-Bereich, stellen an die Automatisierung Anforderungen, die mittel- und langfristig zum Einsatz von Experten-Systemen führen müssen. Ohne diese erscheinen wegen der Komplexität die Schwierigkeiten hinsichtlich System-Planung, -Konfiguration, -Erstellung und -Integration, Kompatibilität, Wartung und Instandhaltung, Beschaffung u.a.m. kaum lösbar. Im Rahmen der Institutsforschung des IMA wurde der Prototyp für eine als geeignet angesehene Experten-System-Schale zur Lösung der oben genannten Probleme entwickelt. Experten-System-Schalen mit Echtzeit-Eigenschaften gibt es bislang in dieser Form nicht.

2. Die Hardware und die Funktions-(Instanzen-)Architektur der Experten-System-Schale

Bild 1 zeigt die Hardware-Architektur der Schale. Wir unterscheiden zwischen dedizierten Verarbeitungseinheiten und Arbeitsplatz-Verarbeitungseinheiten. Erstere dienen zur direkten Prozeßbeeinflussung, letztere primär zur Unterstützung der Konfigurierung und der Prozeßleitung. Ferner unterscheiden wir bei den Übertragungseinheiten zwischen Kommunikations-Anschlüssen und Netzzugängen. Erstere erlauben mit Hilfe der Ebene 4 - 7 Protokolle den Anschluß von Verarbeitungseinheiten an beliebige Netze. Letztere realisieren mit Hilfe der Ebene 1 - 3 Protokolle den Netz-Anschluß. Als Übertragungsnetze sind beliebige lokale Netze sowie Weitverkehrs- und Funknetzstrukturen zugelassen.

Bild 2 zeigt, wie mit Hilfe der Experten-System-Schale die Funktionsstruktur für die zu lösenden Aufgaben aufgebaut wird und wie die Aufgabe selbsttätig gelöst wird.

Bild 2 liegt ein Instanzen-Modell zugrunde. Eine Instanz stellt eine Einheit dar, welche eine Aufgabe aus einer genau definierten Aufgabenklasse löst. Durch das Zusammenwirken verschiedener Instanzen können komplexe Aufgaben gelöst werden. Bild 2 stellt ein sogenanntes hierarchisches Instanzen-Modell dar. Dabei wird davon ausgegangen, daß eine Instanz einer Ordnung m die Lösung einer Aufgabe die nachgeordneten Instanzen der Ordnung m-1 zu Hilfe nimmt.
Das Zusammenwirken der Instanzen zur Lösung eines Problems wird durch Regeln festgelegt. Die Ausführung der Instanzen zur Lösung eines Problems wird ebenfalls durch Regeln festgelegt. Die Ausführung der Instanzen kann auf die Verarbeitungseinheiten der Hardware-Architektur mit Hilfe von Regeln verteilt werden. Wir nennen die Instanzen "Dienste" und erkennen, daß mit Hilfe der Dienstfestlegung durch Regeln des Experten-Systems konfiguriert und durch Ausführung der Regeln, welche die Dienste koordinieren, das gestellte Problem gelöst werden kann.

3. Die Grunddienste

Die Untersuchungen zeigen, daß eine Experten-System-Schale zur Automatisierung sechs Klassen von Grundfunktionen zur Verfügung stellen muß:

- Messen von Objekt-Zuständen
- Beeinflussen von Objekt-Zuständen
- Erzeugen von Vorgaben für Objekt-Zustände
- Darstellen von Objekt-Zuständen
- Archivieren von Objekt-Zuständen
- Kommunikation zwischen Diensten.

Zur Inanspruchnahme dieser Grundfunktionen, die wir Grunddienste nennen, braucht man im allgemeinen Fall fünf Hilfsdienste:

- Objekt-anschließen
- Dienst-definieren
- Dienst-einrichten
- Dienst-Resultat-Ablage
- Dienst-in-Anspruch-nehmen.

Die Dienste sind durch Regeln formal festgelegt. Zur Formalisierung dienen ein erweiterter Prädikaten-Kalkül erster Stufe und eine Algorithmensprache mit objektorientierten Strukturen. Rechnerintern werden die so formulierten Regeln mit Hilfe geeigneter Mittel umgesetzt, um größere Effizienz zu erreichen. Der Zugang zu den Diensten erfolgt über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, die vorwiegend graphische Symbole verwendet. Der Bediener arbeitet so mit einer von ihm selbst gestaltbaren, ihm vertrauten Fachsprache.
Bild 3 veranschaulicht diese Schnittstelle am Beispiel des Zugriffs auf den Hilfsdienst "Mess-Dienst-Einrichten".

4. Ausblick

Experten-System-Schalen der erläuterten Art, die auf beliebig verteilten Systemen beruhen, bieten zur Automatisierung von Transport-Verkehrsprozessen große Vorteile. Die Verfügungsstellung der erwähnten Grunddienste und einer entsprechenden Mensch-Maschine-Schnittstelle im Rahmen einer Schale erlaubt mit Hilfe von Regel 4 für höhere Dienste eine übersichtliche effiziente Problem-Realisierung. Systeme dieser Art werden derzeit prototypisch realisiert und untersucht.

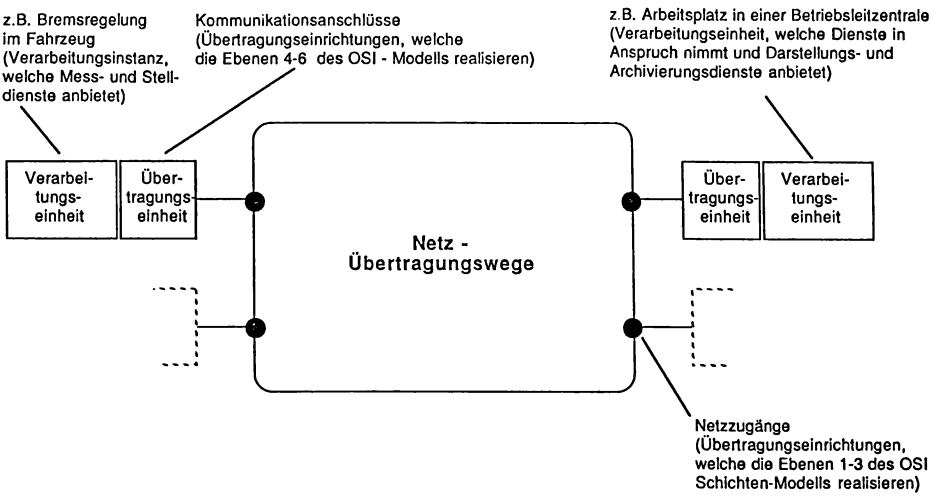


BILD 1: Anlagen - Architektur einer verteilten Experten-System-Schale

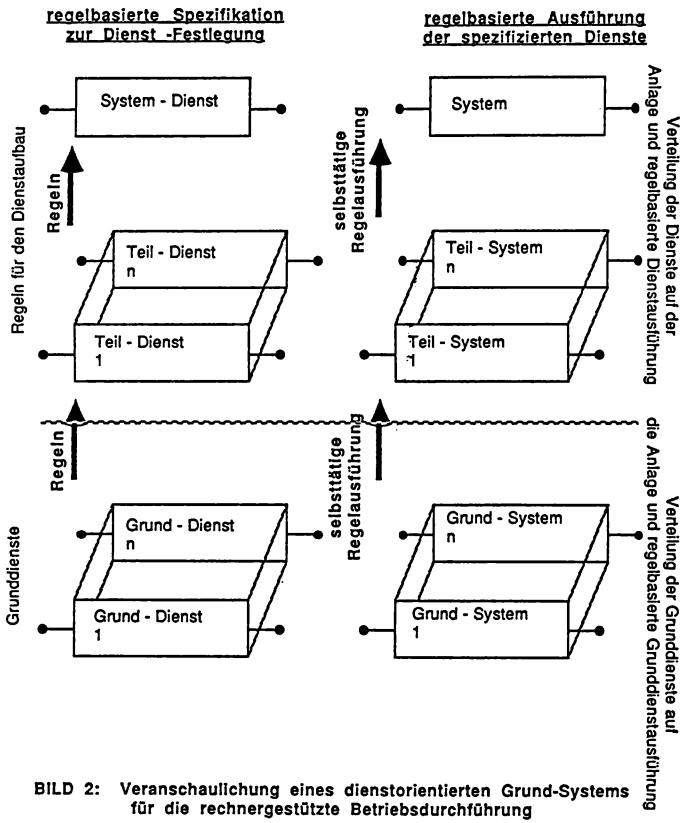
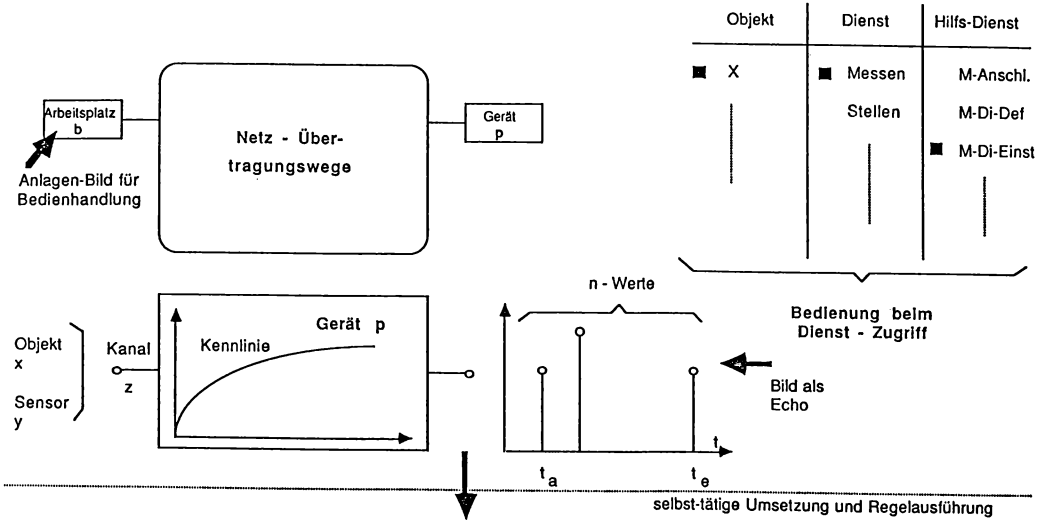


BILD 2: Veranschaulichung eines dienstorientierten Grund-Systems für die rechnergestützte Betriebsdurchführung



1. arch-bi (...,p,...) ∧ maus (x,Messen,M-Di-Einr) ∧ com-di (b,p,x,M-Di-Def) ∧ m-di-def (b,x,v)
   ⟶ m-di-eig (p,x,v) ∧ m-di (p,x,< >)

2. m-di-eig (p,x,..t_a,t_e Δ T,n) ∧ m-di (p,x,s) ∧ obj-zust (x,r,t) ∧ t=t_a + m Δ T ∧ t < t_e ∧ m<n
   ⟶ m-di (p,x,füge_an(s,r))

Bild3: Mensch-Maschine Schnittstelle am Beispiel der Inanspruchnahme des Hilfsdienstes "Mess-Dienst-Einrichten"